

FAKULTI SAINS KOMPUTER

DAN

TEKNOLOGI MAKLUMAT

UNIVERSITI MALAYA

**SISTEM CERDAS PEMBELAJARAN
PEMBEZAAN FUNGSI MATEMATIK
(PFITS)**

Disediakan oleh:

ZAINAB BT SULAIMAN

Penyelia Projek:

PROF. MADYA DR. RUZIATI ZAINUDDIN

SESI 2000/2001

**Latihan Ilmiah ini dikemukakan bagi memenuhi sebahagian
daripada keperluan Ijazah Sarjana Muda Teknologi Maklumat
Universiti Malaya**

ABSTRAK

Pembelajaran melalui komputer menjadi semakin popular dan pelbagai kajian dilakukan untuk menghasilkan sistem pembelajaran yang lebih baik dan efektif untuk menarik minat para pelajar dan meningkatkan fahaman dan kebolehan pelajar. Projek ini secara khususnya memberi penumpuan terhadap pembangunan Sistem Cerdas Pembelajaran (*Intelligent Tutoring System - ITS*) bagi Pembezaan Fungsi (PFITS).

Pembezaan merupakan satu topik kalkulus yang melibatkan fahaman beberapa langkah penyelesaian dengan menggunakan petua-petua matematik seperti petua tambah dan petua rantai. Ia berbeza berbanding algebra yang lebih melibatkan kepada penggunaan rumus dan aplikasi rumus yang tidak melibatkan banyak langkah penyelesaian. PFITS ini juga dapat membantu pengajar untuk pembelajaran yang lebih baik kerana pembelajaran secara tradisional adalah tidak konsisten dan sistematik disebabkan oleh faktor-faktor kelemahan semulajadi manusia walaupun mereka pakar dalam bidang tersebut.

PFITS ini juga memberi rekabentuk sistem yang meliputi bidang kalkulus, pengetahuan dalam penggunaan komputer dan *pedagogy* dalam penghasilan pembelajaran dengan cara yang lebih efektif. Penggunaan aplikasi multimedia dalam pembangunan sistem seperti Asymetrix ToolBook 4.0, Adobe Photoshop 5.5 dan Director 8 dapat membantu dalam menghasilkan persekitaran pembelajaran yang lebih menarik.

Pembangunan pakej pembelajaran PFITS ini melibatkan tiga (3) modul utama iaitu teori-teori pembezaan yang terdiri daripada nota-nota (modul pakar), pengujian pelajar dalam pencapaian menyelesaikan masalah dan modul tutorial yang melibatkan penyelesaian langkah demi langkah sehingga pelajar memperolehi jawapan yang betul.

PFITS bertujuan untuk membantu para pelajar dalam menyelesaikan segala masalah yang dihadapi dalam pembezaan serta menganalisis kesalahan konsep dan pengiraan yang dilakukan oleh pelajar dan seterusnya memberi penerangan secara langkah demi langkah penyelesaian kepada pelajar sehingga memperoleh jawapan yang betul dan tepat. Bagi jawapan yang salah, sistem akan menerangkan kesalahan yang dilakukan dan memberi tunjuk ajar atau petua kepada pelajar untuk penyelesaiannya. Jika jawapan yang dijawab adalah betul, sistem akan memberi pelajar arahan seterusnya untuk peringkat yang lain bagi menyelesaikan masalah tersebut. Sistem akan sentiasa mengawasi jawapan pelajar dan bersedia memberi bantuan berbentuk nota, tutor dan rumus jika diminta oleh pelajar. Pembelajaran secara individu dengan tindakbalas serentak antara dua pihak yang diperlukan terdapat dalam sistem ini.

PENGHARGAAN

Syukur saya ke hadrat Ilahi kerana dengan izinNya dapat saya menyelesaikan dan menghasilkan Latihan Ilmiah I dan II ini bagi memenuhi syarat yang ditetapkan dalam Ijazah Sarjana Muda Teknologi Maklumat ini.

Setinggi-tinggi penghargaan saya rakamkan kepada **Prof. Madya Dr. Roziati Zainuddin** selaku Penyelia Projek Tahun Akhir, di atas segala bimbingan, nasihat dan tunjuk ajar serta kerjasama yang diberikan sepanjang penyediaan projek ini.

Jutaan terima kasih juga kepada **Prof. Madya Dr. Mahfuzah Kamsah** selaku Moderator Projek Tahun Akhir di atas segala nasihat dan kerjasama yang telah diberikan.

Sekalung penghargaan buat keluarga tersayang emak, abah, Timah dan Sahrah yang begitu banyak memberi perangsang dan dorongan. Terima kasih atas doa yang sentiasa mengiringi. Juga buat yang teristimewa Hairin, terima kasih atas dorongan dan kerjasama yang diberikan.

Tidak ketinggalan juga buat rakan-rakan seperjuangan dan teman-teman serumah yang banyak memberi kerjasama dan pandangan.

Akhir kata, sekalung budi untuk semua pihak yang terlibat. Hanya Tuhan jua yang dapat membalas budi baik kalian.

TERIMA KASIH !!!!!!!

Isi Kandungan

| | |
|---|------------|
| ABSTRAK | I |
| PENGHARGAAN | III |
| ISI KANDUNGAN | IV |
| SENARAI RAJAH | VII |
| | |
| 1.0 PENGENALAN | |
| 1.1 Pengenalan Projek | 1 |
| 1.2 Objektif Projek | 2 |
| 1.3 Skop Projek | 3 |
| 1.4 Metodologi Pembangunan Projek | 4 |
| | |
| 2.0 LATAR BELAKANG | |
| 2.1 Pembelajaran Matematik Berbantuan Komputer (PMBK) | 7 |
| 2.2 Teknologi Komputer dalam Pendidikan | 8 |
| 2.2.1 Intelligent Tutoring System (ITS) | 8 |
| 2.2.2 Computer Assisted Instruction (CAI) | 9 |
| 2.2.3 Microworld | 10 |
| 2.3 Penggunaan Multimedia dalam Pendidikan | 11 |
| 2.4 Aplikasi Multimedia | 12 |
| 2.5 Alatan Mengarang (<i>Authoring Tools</i>) | 14 |
| 2.6 Pakej Pembelajaran Terkini | 16 |
| | |
| 3.0 ANALISIS SISTEM | |
| 3.1 Keperluan Sistem | 17 |
| 3.1.1 Penentuan Keperluan Maklumat | 17 |
| 3.1.2 Perisian dan Perkakasan | 19 |
| 3.1.3 Keperluan Perkakasan | 22 |

| | | |
|--|--|----|
| 3.2.4 | Keperluan Perisian | 23 |
| 3.2 | Analisis Sistem | 23 |
| 3.2.1 | Objektif | 23 |
| 3.2.2 | Analisis Pembangunan | 23 |
| 4.0 REKABENTUK SISTEM | | |
| 4.1 | Intelligent Tutoring Sistem (ITS) | 27 |
| 4.1.1 | Model Expert Knowledge | 27 |
| 4.2 | ITS Dalam Pembezaan Fungsi Matematik (PFITS) | 29 |
| 4.2.1 | Penyelesaian Masalah Matematik | 29 |
| 4.2.2 | Pengenalan PFITS | 30 |
| 4.2.3 | Struktur PFITS | 30 |
| 4.2.4 | Pakej Pembelajaran PFITS | 31 |
| 4.2.5 | Rekabentuk PFITS | 32 |
| 4.2.6 | Model PFITS | 35 |
| 4.3 | Rekabentuk Antaramuka Sistem | 36 |
| 4.4 | Rekabentuk Skrin | 37 |
| 4.4.1 | Rekabentuk Skrin Nota | 37 |
| 4.4.2 | Rekabentuk skrin Tutorial | 38 |
| 5.0 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM | | |
| 5.1 | Implimentasi Sistem | 42 |
| 5.1.1 | Strategi Pembangunan | 42 |
| 5.2 | Modul Implementasi | 43 |
| 5.2.1 | Asymetrix ToolBook 4.0 | 43 |
| 5.3 | Pengujian Sistem | 44 |
| 5.3.1 | Ujian Unit | 45 |
| 5.3.2 | Ujian Modul | 45 |
| 5.3.3 | Ujian Integrasi | 45 |

| | |
|--------------------------|----|
| 5.3.4 Ujian Sistem | 45 |
|--------------------------|----|

6.0 EVOLUSI SISTEM

| | |
|--|----|
| 6.1 Masalah Yang Wujud dan Penyelesaiannya | 47 |
| 6.1.1 Pemilihan Perisian Alatan Mengarang | 47 |
| 6.1.2 Penggunaan Multimedia yang Terhad | 47 |
| 6.1.3 Masalah dalam Rekabentuk Sistem | 48 |
| 6.2 Kekuatan Sistem dan Batasan | 48 |
| 6.3 Cadangan Memperbaiki Sistem | 49 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 7.0 KESIMPULAN | 50 |
|-----------------------------|-----------|

Lampiran

MANUAL PENGGUNA

RUJUKAN

SENARAI RAJAH

| | | |
|------------|---|----|
| Jadual 1.1 | Jadual Pembangunan Projek | 6 |
| Rajah 4.1 | Empat Komponen Yang Wujud dalam ITS | 27 |
| Rajah 4.2 | Struktur Model Black Box | 28 |
| Rajah 4.3 | Model Air Terjun | 32 |
| Rajah 4.4 | Model Prototaip | 33 |
| Rajah 4.5 | Gabungan Model Air Terjun dan Prototaip | 34 |
| Rajah 4.6 | Struktur Utama PFITS | 35 |

BAB 1

Pengenalan

1.0 PENGENALAN

1.1 Pengenalan Projek

Teknologi komputer kini telah mengalami perkembangan yang begitu pesat. Bermula dengan terciptanya mesin pembezaan (*difference engine*) pada tahun 1830 oleh Charles Babbage, muncul pula era teknologi empat generasi yang berjaya menghasilkan teknologi tiub vakum, transistor, litar bersepadu dan kini teknologi pemprosesan Pentium III [1]. Pada mulanya, komputer digunakan untuk kiraan saintifik. Kemudian, ia mendapat sambutan dalam kegunaan perniagaan dan perdagangan. Dengan perkembangan bahasa pengaturcaraan, teknologi komputer telah memainkan peranan yang penting dalam banyak aspek kehidupan kita.

Evolusi teknologi yang telah mengubah cara hidup kita kini turut meliputi bidang pendidikan. Sesetengah pakar pendidikan berpendapat bahawa komputer dapat mengatasi banyak masalah yang dihadapi dalam bidang pendidikan. Ada juga yang berpendapat bahawa komputer memainkan peranan penting di dalam kelas pada masa sekarang dan pada masa akan datang. Kecerdasan buatan telah mengubah rekabentuk arahan berbantuan komputer dengan tujuan pembelajaran yang lebih berkesan.

Pakej pembelajaran melalui komputer melibatkan kaedah pengajaran dan pembelajaran satu ke satu. Bagi penggunaan kaedah ini di dalam kelas, seorang guru hanya mengajar seorang pelajar pada satu masa tertentu sahaja. Walau bagaimanapun, kaedah ini hanya mungkin berlaku melalui bimbingan pelajaran secara peribadi dan kosnya adalah mahal. Tetapi, dengan pakej pembelajaran melalui komputer dengan sistem rangkaian, tumpuan dapat diberikan kepada setiap pelajar pada satu masa tertentu. Pelajar juga dapat belajar mengikut tahap kemampuan sendiri.

Intelligent Tutoring System (ITS) merupakan satu evolusi daripada *Computer-Assisted Instruction* (CAI). ITS juga turut dikenali sebagai *Intelligent Computer-Assisted System* (ICAI). Pada awalnya, sistem CAI direkabentuk tanpa mengetahui apa dan kepada siapa serta bagaimana untuk memberi pengajaran. Kebanyakan sistem yang wujud adalah melibatkan kaedah pengajaran bagi satu arah sahaja iaitu tanpa penyelesaian masalah atau selalunya memberi jawapan berbentuk objektif ataupun pengisian tempat kosong yang hanya memerlukan jawapan betul atau salah tanpa bimbingan. Oleh sebab itu, ITS direkabentuk dengan membenarkan penerangan jawapan yang lengkap dalam pelbagai bentuk dengan cara membimbing pelajar mengikut tahap kebolehan pelajar.

1.2 Objektif Projek

Berdasarkan beberapa pembacaan, kajian dan analisis yang telah dibuat, beberapa objektif bagi pakej pembelajaran PFITS (ITS bagi pembezaan fungsi) ini telah dikenalpasti. Objektif-objektif tersebut ialah :

- Sebagai alat bantu belajar dalam bentuk yang lebih tersusun, menarik dan mudah digunakan.
- Memberi pemahaman yang luas terhadap topik yang dibincangkan terutamanya pembezaan pelbagai fungsian Matematik dengan cara yang lebih berkesan.
- Sebagai alternatif yang baik dalam pembelajaran selain daripada buku dan nota yang disediakan secara tradisi.
- Melatih pelajar dalam kemahiran menganalisa, mengenalpasti masalah dan cara penyelesaiannya.
- Memberi bimbingan langkah demi langkah dalam menyelesaikan masalah.
- Dapat menilai tahap kebolehan dan pemahaman pelajar.

1.3 Skop Projek

PFITS yang akan dibangunkan ini adalah tertumpu kepada topik pembezaan dalam matapelajaran Matematik bagi para pelajar pra-Universiti. Ini meliputi fungsi-fungsi matematik jenis:

1. Polinomial
2. Fungsi Trigonometri iaitu sin, kos dan tan
3. Fungsi Logaritma / Eksponen

PFITS merupakan pakej pembelajaran yang menggunakan Bahasa Malaysia dalam setiap penerangan yang diberikan.

Pada dasarnya, PFITS mempunyai tiga (3) modul yang penting iaitu modul Pakar, Tutorial dan Pelajar iaitu:

- Modul Pakar

Modul pakar menyediakan pengetahuan kepada pakar berbentuk nota-nota kepada pelajar seta membuat perbandingan langkah penyelesaian antara sistem dengan pelajar.

- Modul Tutorial

Modul tutorial pula adalah modul *pedagogy* dengan strategi pengajaran, menyediakan set-set tutorial serta ujian-ujian kepada pelajar. Proses pembetulan juga dilakukan sekiranya terdapat kesalahan mengikut jalan penyelesaian yang sesuai.

- Model Pelajar

Model pelajar merujuk kepada pengetahuan dan kebolehan pelajar dari jawapan yang diberikan oleh pelajar. Jawapan yang diberikan akan dibandingkan dengan pengetahuan pakar untuk tujuan penilaian.

1.4 Metodologi Pembangunan Projek

Modul pembangunan yang digunakan dalam membangunkan projek ini adalah gabungan model pembangunan Air Terjun (*Waterfall*) dan Prototaip. Fasa-fasa utama bagi model ini adalah melibatkan fasa analisis, rekabentuk, implementasi, pengujian, penilaian dan dokumentasi [2].

1. Fasa Analisis

Fasa ini merupakan kajian awal bagi mendapatkan maklumat tentang program yang akan dibangunkan. Fasa ini adalah bertujuan untuk mendefinisikan objektif, masalah yang mungkin dihadapi, kekangan yang wujud serta skop dan sasaran program. Ini juga termasuk pemilihan perkakasan dan perisian yang digunakan untuk membangunkannya.

2. Fasa Rekabentuk

Fasa ini melibatkan rekabentuk program yang berupaya menyokong objektif yang telah ditentukan dari fasa pertama. Dalam fasa ini, ditentukan kandungan modul-modul. Ia juga termasuklah rekabentuk antaramuka yang baik, sumber-sumber yang diperlukan, jenis tutorial / latihan dan soalan-soalan yang sesuai. Di samping itu, kaedah penilaian yang efektif juga perlu dipertimbangkan.

3. Fasa Implementasi

Fasa ini adalah fasa di mana rekabentuk dari fasa kedua ditukar kepada kod program.

4. Fasa Pengujian

Fasa ini dilaksanakan bagi menentukan program yang terhasil adalah bebas dari ralat, tepat dan berupaya mencapai objektif yang ditentukan.

5. Fasa Penilaian

Fasa ini melibatkan penilaian ke atas program. Ini termasuklah kekuatan, had serta cadangan bagi penambahan program ini pada masa hadapan.

6. Fasa Dokumentasi

Dokumentasi bagi program ini dibina bagi proses penyelenggaraan program dan bertujuan untuk memberi garis panduan kepada pengguna program untuk menggunakan program dengan efektif.

Jadual di bawah menunjukkan secara keseluruhannya proses membangunkan projek PFITS ini.

| ID | Task Name | January | February | March | April | May | June | July | August |
|----|--------------------|---------|----------|-------|-------|-----|------|------|--------|
| 1 | Perancangan Projek | | | | | | | | |
| 2 | Kajian Awal | | | | | | | | |
| 3 | Analisis Keperluan | | | | | | | | |
| 4 | Rekabentuk Sistem | | | | | | | | |
| 5 | Implementasi | | | | | | | | |
| 6 | Pengujian | | | | | | | | |
| 7 | Dokumentasi | | | | | | | | |

Jadual 1.1 : Jadual Pembangunan Projek

1.3 LATAR BELAKANG PROJEK

1.1 Penghasilan Makanan Berbeza-beda Mengikut (Pilih)

Keseluruhan projek IPHilly Brown (1992) adalah sebuah kajian latar belakang mengenai yang perlu dalam projek yang akan datang kajian yang akan dijalankan oleh (Pilih)

BAB 2

LATAR BELAKANG PROJEK

Latihan projek

Latihan projek yang akan dijalankan oleh (Pilih) adalah kajian latar belakang mengenai yang perlu dalam projek yang akan dijalankan oleh (Pilih)

Latihan projek yang akan dijalankan oleh (Pilih) adalah kajian latar belakang mengenai yang perlu dalam projek yang akan dijalankan oleh (Pilih)

Latihan projek yang akan dijalankan oleh (Pilih) adalah kajian latar belakang mengenai yang perlu dalam projek yang akan dijalankan oleh (Pilih)

2.0 LATAR BELAKANG PROJEK

2.1 Pembelajaran Matematik Berbantuan Komputer (PMBK).

Hasil kajian oleh J.Phillip Bennet (1992), didapati bahawa terdapat beberapa perkara yang perlu diberi perhatian yang serius untuk kajian yang lebih mendalam iaitu [3]:

1. PMBK seharusnya mengalakkan pelajar untuk bekerjasama daripada cuba bersaing atau belajar secara bersendirian.
2. Penggunaan komputer dalam kelas Matematik mungkin akan menjauhkan lagi jarak tahap penguasaan di antara pelajar-pelajar pintar dan yang agak lembab.
3. Pelajar-pelajar yang mampu menggunakan komputer dengan baik mungkin akan berjaya di dalam bidang yang lain kerana mereka mempunyai keyakinan diri, berdikari dan pintar.
4. Walaupun komputer bukanlah jawapan kepada semua masalah, namun ia wajar dijadikan sebagai satu alat untuk memperbaiki kemahiran pelajar dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi.
5. Apabila seseorang guru bersikap positif menggunakan komputer, ia akan menghasilkan kombinasi pengajaran yang lebih baik bagi pelajar Matematik yang mempunyai prestasi yang kurang baik. Walau bagaimanapun, penggunaan komputer tidak dapat mengambil alih peranan seorang guru dengan sepenuhnya.

2.2 Teknologi Komputer Dalam Pendidikan

Dalam menuju ke era teknologi yang semakin canggih, sistem pembelajaran melalui komputer telah menghasilkan pelbagai jenis bentuk pengajaran bagi membantu proses pembelajaran secara tradisional. Antara proses pembelajaran yang diwujudkan termasuklah :

- Intelligent Tutoring System (ITS)
- Computer-Assisted Instruction (CAI)
- Microworld

2.2.1 Intelligent Tutoring System (ITS)

Terdapat 2 contoh bagi ITS yang telah direkabentuk dalam pembelajaran matematik iaitu [4] :

- *The Apluxis System*

Apluxis direka untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam topik faktorial dan persamaan polinomial. Para pelajar akan disoal mengenai penerangan bagi fakta-fakta yang berkaitan serta strategi pengetahuannya. Bagi proses pengiraan, sistem akan membuat pengiraan terhadap jawapan yang diberikan.

Tujuan utama *Apluxis* adalah untuk membantu pelajar dalam mempelajari bagaimana mengenalpasti operasi yang sesuai dan memberikan strategi pengiraan yang tepat.

- *The Trigonometry Tutor*

Sistem ini mengajar pelajar tentang penyelesaian masalah dalam trigonometri. Ia akan membantu pelajar memperbaiki kebolehan mereka dalam menyelesaikan masalah bagi trigonometri. Target utama sistem ini adalah membantu pelajar menguatkan pemahaman mereka tentang kepelbagaian idea bagi konsep trigonometri. Sistem ini mencuba untuk mengukuhkan pembelajaran pelajar dengan menyediakan latihan-latihan yang sesuai kepada pelajar dan menyediakan bantuan (*help*) kepada pelajar apabila diperlukan. Ini bermakna sistem memberikan pembelajaran manakala pelajar boleh meminta bantuan sistem sekiranya terdapat masalah.

Antara kelebihan sistem ini adalah lebih kepada *user-friendly interface*, *bug identification* dan bantuan kepada pelajar. Sistem ini juga menggunakan *black-box expert* dalam menyelesaikan masalah dan pelajar mempunyai opsyen untuk meminta sistem tentang langkah-langkah penyelesaian.

2.2.2 Computer-Assisted Instruction (CAI)

Computer-Assisted Instruction juga dikenali sebagai *Computer Aided Instruction* merupakan salah satu pakej pembelajaran yang menyediakan perisian secara menyeluruh dengan menawarkan pembelajaran serta pengujian dalam sesuatu pembelajaran. Ia merupakan satu alat pendidikan secara perantaraan di mana aktiviti pembelajaran ditawarkan melalui komputer kepada para pelajar. Pelajar akan mempelajari dan memberi jawapan terhadap soalan-soalan yang dikemukakan.

Pelbagai singkatan (*acronyms*) yang digunakan dalam penggunaan komputer di kalangan para pelajar. Antaranya ialah [5]:

- CAI – Computer Assisted Instruction
- CAL – Computer Assisted Learning
- CaI – Computer Aided Instruction
- CaL – Computer Aided Learning
- CBI – Computer Based Instruction
- CBL – Computer Based Learning

Walaupun bagaimanapun, ITS dan CAI mempunyai perbezaan yang ketara iaitu selain daripada menilai kebolehan pelajar dan membetulkan jawapan pelajar, ITS yang mempunyai modul *expert knowledge* berupaya mengawasi setiap langkah penyelesaian yang dilakukan oleh pelajar.

2.2.3 Microworld

Microworld melahirkan satu teknologi yang menggabungkan proses perubahan tutor kepada alat pembelajaran berkomputer dan proses tujuan mengajar kepada pembelajaran melalui pembangunan pertanyaan. Microworld mengandungi persekitaran perisian yang mana membenarkan pengguna mencipta pelbagai jenis objek matematik seperti poligon yang mempunyai pelbagai ciri atau sifat. Pengguna akan meneruskan pertanyaan untuk mencari dan memahami bentuk hubungan di antara ciri-ciri objek tersebut. Pengguna boleh menggunakan pelbagai peralatan untuk menunjukkan objek dan pertanyaan mereka. Persembahan ini membenarkan ciri-ciri dan objek tersebut dipaparkan daripada hasil kepelbagaian perspektif dalam matematik. Antara tujuan utamanya adalah untuk memberi para pelajar pembelajaran dalam setiap bentuk bagi setiap

topik dan mempelajari kebolehan mereka dalam pertanyaan iaitu kebolehan memilih isu yang berkaitan, mendapatkan data, menjanakan dan menguji sesuatu pendapat (*hypothesis*) dan memberi penerangan yang benar. Antara contoh Microworld yang telah dibangunkan ialah *Polygons* dan *Graph Theory* [6].

2.3 Penggunaan Multimedia Dalam Pendidikan

Aplikasi multimedia membawa pengaruh yang besar dalam pendidikan. Sebagai contoh, sekolah kejuruteraan telah menggunakan pelajaran penyampaian multimedia yang berkesan dan interaktif untuk mereka bentuk litar, mengimplementasi, menguji serta memanipulasikan litar yang dibina dengan komputer.

Antara kebaikan penggunaan multimedia ini adalah ia dapat mengurangkan kos berbanding kos pembayaran seorang tenaga pengajar dan ia boleh digunakan berulang kali. Di samping itu, ia juga dapat mengurangkan penggunaan kertas yang mungkin rosak atau hilang akibat kecuaihan sesetengah pihak.

Selain daripada itu, penggunaan gambar-gambar serta animasi yang digunakan dapat memberi pengetahuan tambahan kepada pelajar dalam memahami sesuatu perkataan yang tidak difahami. Gambar dan warna juga dapat memberi gambaran sebenar bagi memahami konsep ataupun rajah-rajah yang berkaitan untuk menyelesaikan masalah dengan baik.

Berdasarkan kajian yang telah dibuat, didapati bilangan manusia yang belajar melalui apa yang dilihat adalah 20%, apa yang didengar adalah 40% dan 75% adalah melalui interaksi [7]. Ini menunjukkan pembelajaran berkonsepkan interaksi akan memberikan kesan yang lebih mendalam terhadap pemahaman dan daya ingatan. Oleh itu, faktor-faktor imej dan teks dengan warna yang sesuai dapat meningkatkan daya ingatan manusia dan merangsang otak.

2.4 Aplikasi Multimedia

Multimedia merupakan satu cabang yang baru dan menarik dalam dunia komputer. Multimedia bermaksud maklumat komputer dapat diwakilkan melalui audio dan video sebagai tambahan kepada teks, imej, grafik dan animasi [8].

Secara umumnya, multimedia komputer boleh dilakukan dengan memasukkan perkakasan tambahan asas seperti *sound card*, *CD-ROM drive* dan pembesar suara. Ini berfungsi dalam memainkan lagu, merakam suara, memainkan perisian CD-ROM seperti video, lagu dan sebagainya. Dengan seterusnya, ini akan menjadikan komputer peribadi dapat menggantikan alat-alat hiburan. Antara teknologi multimedia yang sering digunakan ialah grafik, animasi dan kesan bunyi.

- Grafik

Grafik merupakan satu cabang seni meliputi gambar foto yang diimbas, *clip art*, ikon dan sebagainya yang direka dan digunakan pada komputer. Ia juga digunakan untuk memberi pengetahuan, berhibur dan sebagai tambahan kepada pemahaman terhadap teks. Terdapat 2

format fail bagi grafik iaitu *bit-mapped* dan format berorientasikan objek. Format *bit-mapped* adalah menyokong fail berbentuk *.bmp*, *.gif*, *.jpg*, *.pcx*, *.msp*, *.tga*, *.tiff*, *.wpg* dan *.wmf* manakala format berorientasikan objek pula menyokong fail *.cdr*, *.cgm*, *.drw*, *.eps* dan *.gem* [4].

- Animasi

Animasi merupakan satu paparan pantas imej-imej grafik yang berjjukan yang dilihat oleh mata kasar manusia sabagi pergerakan. Terdapat 3 kaedah asas animasi iaitu [4]:

- i. Animasi kerangka (skrin penuh)
- ii. Animasi bitblt (sebahagian skrin)
- iii. Animasi masa nyata

- Kesan bunyi

Kesan bunyi tidak terkongkong kepada bunyi *beep* sahaja malah lagu dan suara manusia dapat disediakan. Terdapat 2 cara untuk menghasilkan suara manusia iaitu kad suara dan dengan menggunakan pembesar suara bina-dalam yang sedia ada pada komputer. Antara format yang menyokong suara adalah *.wav*, *.voc*, *.snd*, *.aud* dan sebagainya [9].

2.5 Alatan Mengarang ('Authoring Tools')

Pemilihan menggunakan *authoring tools* dalam membangunkan sistem ini adalah lebih baik berbanding bahasa pengaturcaraan tertentu. Ini adalah kerana *authoring tools* lebih sesuai bagi aplikasi yang berorientasikan paparan, memerlukan kesan grafik yang lebih serta lebih mudah dan pantas digunakan untuk membangunkan sesuatu sistem.

Antara kelebihan menggunakan *authoring tool* ialah ia dapat digunakan untuk membangunkan sistem secara prototaip dengan cepat, mudah digunakan, menyediakan aplikasi multimedia serta tidak memerlukan pengetahuan yang lebih dalam memprogram (*programming*).

Berikut merupakan beberapa perisian yang telah dipertimbangkan untuk digunakan dalam membangunkan pakej PFITS ini:

- **Asymetrix ToolBook 4.0**

Kelebihan:

- ⇒ Mudah digunakan.
- ⇒ Menyediakan *Book Specialist* iaitu satu rangka untuk kandungan buku atau fail yang generik dan buku kuiz
- ⇒ Membenarkan pengguna memilih asas templat susun atur (*layout*) untuk buku yang baru dibina
- ⇒ Menyediakan skrip (*script language*)
- ⇒ Menyediakan sokongan Icon Editor dan Bitmap Editor bagi mengedit icon-icon yang diperlukan.

- **Macromedia Authorware 4.0**

Kelebihan:

- ⇒ Mempunyai skrip (*script language*) yang baik.
- ⇒ Menyediakan persekitaran animasi dan kesan khas yang menarik.

Kekurangan:

- ⇒ Memerlukan skil memprogram (*programming skills*) yang lebih

- **Adobe Photoshop 5.5**

- ⇒ Membantu menghasilkan sistem yang lebih menarik
- ⇒ Dapat memanipulasikan gambar-gambar

- **Director 8.0**

Kelebihan:

- ⇒ Menyediakan pakej multimedia yang lengkap
- ⇒ Mampu merekabentuk 'button' bagi maklumbalas pengguna

Kekurangan:

- ⇒ Ciri-ciri yang pelbagai boleh mengelirukan pengguna baru.

2.6 Pakej Pembelajaran Terkini

Terdapat beberapa pakej pembelajaran yang boleh digunakan samada pakej berasaskan CD-ROM ataupun secara *on-line* dengan melayari halaman web tertentu. Antara pakej pembelajaran Matematik yang terkini adalah :

1. GCE "A" LEVEL Maths oleh AIRCOM EDUCATION

Pakej berasaskan CD-ROM ini menyediakan beberapa topik penting dalam matematik iaitu algebra, geometri, trigonometri, logaritma dan eksponen, pembezaan dan vektor.

2. ALGEBRA LESSON

[http:// www.mathprep.com](http://www.mathprep.com)

Halaman web ini menyediakan persekitaran pembelajaran algebra secara *on line* yang menarik yang meliputi nota-nota dan set soalan tutorial.

3. CALCULUS

<http://www.netsrq.com/~hahn/calculus.html>

4. DIFFERENTIAL IN CALCULUS

<http://www.math.psu.edu/dna/calculus/differential.html>

BAB 3

ANALISIS SISTEM

3.0 ANALISIS SISTEM

3.1 Keperluan Sistem

Dalam membangunkan projek ini, beberapa keperluan yang telah dikenalpasti iaitu sukatan bagi topik-topik yang akan diberikan dalam pengajaran serta perkakasan dan perisian yang akan digunakan. PFITS direkabentuk meliputi topik-topik pembezaan matematik terhadap fungsi-fungsi polinomial, trigonometri iaitu sin, kos dan tan serta fungsi eksponen.

3.1.1 Penentuan Keperluan Maklumat

Fasa analisis merupakan fasa pertama dalam pembangunan sistem bagi model pembangunan Model Air Terjun. Fasa ini adalah kritikal kerana ia menentukan kejayaan keseluruhan sesuatu projek pembangunan sistem. Dalam fasa ini, objektif sistem serta masalah-masalah yang dihadapi oleh sistem dikenalpasti. Penentuan keperluan maklumat bagi membangunkan sistem juga dilaksanakan [2]. Proses penentuan maklumat ini merupakan satu proses formal yang digunakan dalam membuat kajian atau penyelidikan. pengumpulan maklumat dilakukan untuk mendapatkan data-data, butir-butir serta fakta-fakta yang berkaitan dengan proses pembangunan perisian sistem. Antara teknik-teknik yang boleh dijalankan untuk mengumpul maklumat tentang sistem dan juga keperluan fungsian yang patut dipenuhi adalah perbincangan dengan penyelia, lungsuran laman web serta rujukan buku-buku, majalah-majalah dan jurnal-jurnal yang berkaitan.

Perbincangan dengan penyelia

Perbincangan dengan penyelia latihan dilakukan dari masa ke semasa untuk memastikan bahawa segala keperluan sistem dapat dipenuhi.

Lungsuran laman web

Internet merupakan salah satu saluran yang banyak membantu mencari maklumat yang diperlukan dalam proses pembangunan ini. Dengan menggunakan kata kunci bagi enjin pencarian, tajuk dan maklumat yang berkaitan akan dipaparkan. Cara ini adalah mudah dan dapat menjimatkan masa.

Rujukan buku, majalah dan jurnal

Segala rujukan melalui buku, majalah dan jurnal yang dibuat dapat membantu dalam mengumpul maklumat yang berkenaan pakej ITS ini. Antara rujukan yang dibuat diperolehi daripada penyelia, rakan-rakan, perpustakaan utama Universiti Malaya dan bilik dokumen Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat.

Pakej Pembelajaran Melalui CD-ROM

Tinjauan dilakukan terhadap pakej pembelajaran melalui CD-ROM yang sedia ada di pasaran untuk gambaran sebenar projek yang akan dilaksanakan.

3.1.2 Perisian Dan Perkakasan

Setelah melakukan beberapa kajian tersebut, segala keperluan bagi perisian dan perkakasan disediakan.

3.1.2.1 Ciri-ciri Sistem

Sistem yang membangunkan pakej pembelajaran PFITS ini mengandungi ciri-ciri yang tertentu iaitu melibatkan pendekatan satu ke satu, memerlukan maklumbalas segera, pengawasan pencapaian serta membenarkan interaksi antara pengguna dan memberi pengalaman.

3.1.2.2 Keperluan fungsian

Beberapa keperluan bagi program ini telah dikenalpasti iaitu:

a) Soalan-soalan

Mengemukakan soalan-soalan dan masalah-masalah pembezaan yang perlu iaitu meliputi topik-topik pembezaan polinomial, fungsi trigonometri dan fungsi logaritma (eksponen).

b) Sokongan sistem

Sokongan pakar diperlukan untuk melakukan penilaian ke atas maklum balas dari pengguna dan cadangan cara penyelesaiannya yang paling sesuai. Ia juga turut membimbing para pelajar untuk menilai sesuatu masalah pembezaan secara sistematik dan menyelesaikan masalah dengan jalan penyelesaian yang sesuai.

c) Bantuan

Bantuan penyelesaian terhadap masalah-masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh para pelajar akan diberikan sekiranya diminta oleh pelajar berkenaan

3.1.1.3 Pembahagian Modul

Rekabentuk bagi PFITS ini pada dasarnya melibatkan beberapa modul utama yang dapat berinteraksi antara satu sama lain. Antara modul-modul yang terlibat dalam program ini adalah modul antaramuka pengguna, pakar tutorial, dan pelajar.

- **Modul antaramuka pengguna**

Secara umumnya, pelajar dan sistem seharusnya mempunyai komunikasi yang baik dalam interaksi pengajaran yang berada di bawah kawalan modul antaramuka pengguna ini. Ia juga dapat memadankan penggunaan bahasa dalaman sistem dengan bahasa antaramuka sistem agar dapat difahami oleh pelajar. Oleh itu, dalam pakej pembelajaran PFITS ini menggunakan bahasa Malaysia sebagai bahasa perantaraan antara sistem dan pengguna agar ia mudah difahami.

Modul ini juga turut mengambil kira proses memasukkan jalan penyelesaian oleh seseorang pelajar. Ini bermakna pelajar harus memasukkan jalan penyelesaian mengikut tertib penyelesaian yang betul. Ini penting untuk sistem menganalisis penyelesaian yang betul serta membantu pelajar agar lebih teliti dalam menyelesaikan masalah.

- **Modul pakar**

Modul ini adalah domain bagi sistem pakar yang menjadi sumber kepada pengetahuan yang akan diajarkan kepada pelajar. Pada modul ini, pengetahuan pelajar akan dibandingkan dengan pengetahuan pakar untuk penilaian. Perbandingan ini hanya akan berlaku sekiranya terdapat pengetahuan yang jelas dalam modul ini.

Syarat bagi pengetahuan ini adalah melibatkan pengetahuan asas tentang perbezaan jenis bagi setiap fungsi matematik dan formula-formula pembezaan yang terlibat dalam polinomial, trigonometri dan eksponen. Ini penting bagi para pelajar untuk memilih topik-topik yang diperlukan.

- **Modul Tutorial**

Dalam modul ini, beberapa soalan tutorial serta ujian akan diberikan kepada pelajar mengenai masalah pembezaan untuk melihat prestasi seseorang pelajar secara individu

Setiap soalan tutorial dan ujian yang akan diberikan adalah terdiri daripada pelbagai format serta mengikut tahap-tahap soalan mudah, sederhana dan sukar serta memerlukan penyelesaian yang lebih teliti. Dalam PFITS ini, program hanya memerlukan beberapa langkah penyelesaian yang perlu ditunjukkan sahaja (bukannya langkah penyelesaian yang terlalu spesifik) dan pemberian jawapan akhir. Jawapan yang betul akan diberikan oleh PFITS kepada para pelajar untuk tujuan perbandingan.

- **Modul Pelajar**

Modul ini mempunyai beberapa peraturan dalam tindakbalas gelagat pelajar serta persembahan yang telah diberikan mengikut kebolehan (*skill*) masing-masing.

3.1.3 Keperluan Perkakasan

Untuk menggunakan pakej pembelajaran PFITS ini, pengguna haruslah menyediakan komputer peribadi yang memenuhi beberapa keperluan di bawah.

- Intel Pentium 166MMX atau lebih
- Minimum ingatan utama 32 RAM
- Ruang storan cakera keras 2.1Gb
- Monitor SVGA 15"
- Papan kekunci
- Kad suara
- Pemacu cakera padat dengan kelajuan 16X
- Cakera padat dengan ingatan baca sahaja (CD-ROM)
- Tetikus
- Pembesar suara

3.1.4 Keperluan Perisian

Untuk menjalankan pakej pembelajaran PFITS ini, pengguna mestilah mempunyai komputer peribadi dengan sistem pengoperasian Windows 95/98.

3.2 Analisis Sistem

Analisis sistem adalah merupakan satu proses untuk mencari dan mendapatkan meklumat serta fakta, menganalisa masalah-masalah yang wujud seterusnya menyediakan cadangan-cadangan untuk memperbaiki sistem yang sedia ada. Oleh yang demikian, segala maklumat yang diperolehi merupakan satu alternatif bagi membangunkan sistem ini.

3.2.1 Objektif

Antara objektif melakukan analisis terhadap sistem adalah:

- Untuk mengenalpasti modul utama yang terlibat dalam pakej ini.
- Untuk mengenalasti keperluan sebenar pengguna.

3.2.2 Analisis Pembangunan

Setelah melakukan beberapa analisis terhadap sistem akan yang dibangunkan, beberapa peralatan pembangunan sistem telah dikenalpasti termasuklah perisian yang akan digunakan.

3.2.2.1 Sistem Pengendalian

Dalam menganalisis sistem, produk perisian yang digunakan adalah Microsoft Windows 95/98.

3.2.2.2 Perisian Pembangunan

Perisian merupakan satu aplikasi yang penting yang digunakan untuk membangunkan sistem. Oleh itu, beberapa perisian aplikasi multimedia yang sesuai telah dipilih untuk membangunkan pakej pembelajaran PFITS yang berbentuk multimedia. Perisian yang dipilih ialah:

- **Asymetrix ToolBook 4.0**

Asymetrix ToolBook 4.0 ini merupakan perisian utama yang digunakan dalam membangunkan pakej pembelajaran PFITS. Aplikasi *authoring* yang dipilih adalah Asymetrix ToolBook 4.0. ToolBook diterbitkan oleh Asymetrix ToolBook adalah satu sistem *authoring* yang menyediakan persekitaran Windows yang berorientasikan objek untuk membangunkan aplikasi Windows. Ia membenarkan pengaturcara merekabentuk aplikasi yang menyediakan kawalan yang sepenuhnya ke atas teks, grafik, video, audio, animasi dan kawalan Visual Basic. Grafik, video dan animasi yang terhasil boleh diubahsuai dan diletakkan ke lokasi yang dikehendaki dengan cepat dan mudah.

➤ **Ciri-ciri ToolBook 4.0**

Salah satu daripada ciri ToolBook 4.0 ialah ia mempunyai Book Specialist. Book Specialist menyediakan satu rangka untuk kandungan buku atau fail yang generik dan buku kuiz. Ia juga membenarkan pengguna memilih asas templat susun atur (*layout*) untuk buku yang baru dibina.

Penilaian respon di dalam ToolBook 4.0 melibatkan penyemakan bagi menentukan samada jawapan yang betul dipilih dan memberikan maklumbalas kepada pengguna.

- **Editor media**

Editor media merupakan satu aplikasi yang bertanggungjawab bagi mencipta dan mengedit multimedia seperti imej, suara atau animasi. Terdapat pelbagai jenis media editor. Walau bagaimanapun, semuanya

mempunyai fungsi asas yang sama iaitu mencipta, memadam, memotong, menampal, menggerak dan menggabungkan objek. Media editor yang digunakan dalam penghasilan pakej ini adalah:

➤ **Adobe Photoshop 5.5**

Perisian ini digunakan untuk menyunting gambar-gambar yang dihasilkan terutamanya selepas melakukan proses imbasan. Perisian ini sangat berguna untuk membantu menghasilkan sistem yang lebih menarik. Selain itu, perisian ToolBook 4.0 mampu menyokong fail Adobe Photoshop 5.5.

➤ Director 8.0

Director 8.0 digunakan untuk menghasilkan animasi iaitu sebagai aplikasi animasi yang lebih menarik. Penghasilan animasi melibatkan penyusunan grafik atau imej-imej yang telah dihasilkan dengan menggunakan perisian Adobe Photoshop 5.5. Selain itu, perisian Director 8.0 juga membenarkan rekabentuk '*button*' bagi maklumbalas pengguna

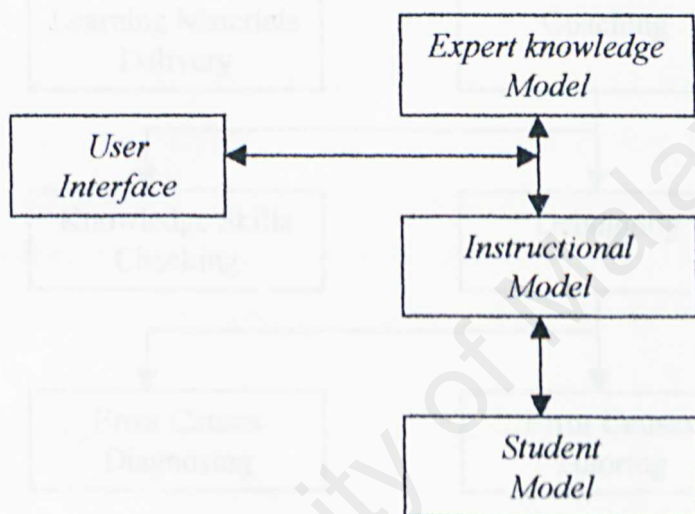
BAB 4

REKABENTUK SISTEM

4.0 REKABENTUK SISTEM

4.1 Intelligent Tutoring System (ITS)

ITS merupakan satu evolusi dari Computer Assisted Instruction (CAI). ITS berbeza berbanding CAI kerana wujudnya *expert knowledge* yang mempunyai pengetahuan domain bagi mengawasi langkah penyelesaian setiap pengguna.



Rajah 4.1 : Empat (4) komponen yang wujud dalam ITS.

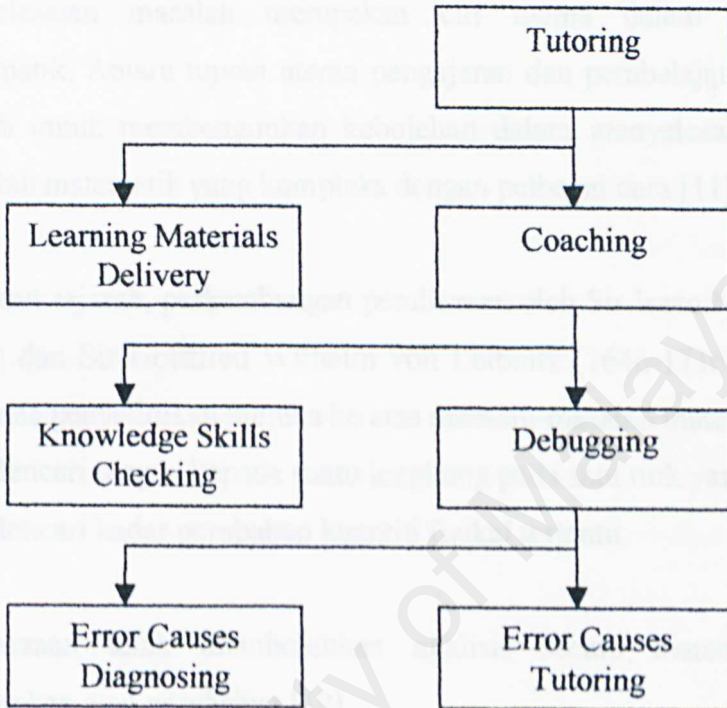
4.1.1 Model Expert Knowledge

Expert Knowledge merupakan perbezaan yang ketara antara ITS dan CAI. Terdapat dua (2) jenis model *expert knowledge* dalam ITS ini iaitu [10] :

- Black Box Model

Model ini dibangunkan berasaskan pengetahuan yang menjadi domain pada sistem. Dengan adanya domain pengetahuan dalam komputer, sistem akan mengawasi langkah-langkah penyelesaian yang dilakukan oleh pengguna dan dengan automatiknya akan mengeluarkan mesej

kesalahan (*error message*) kepada pengguna sekiranya terdapat kesalahan yang dibuat. Selain itu, sistem juga akan memberi cadangan terdapat penyelesaian yang betul .



Rajah 4.2 : Struktur Model Black Box

- Knowledge Structure Model

Model ini menyediakan asas dalam peraturan bagi hubungan IF-THEN dan WHEN-THEN. Peraturan ini digunakan bagi mengawasi langkah penyelesaian masalah oleh pengguna. Sekiranya pengguna memasukkan langkah yang salah, sistem akan memaparkan mesej *pop up* salah dan jika betul, sistem akan memaparkan mesej *pop up* betul.

4.2 ITS Untuk Pembezaan Fungsi Matematik (PFITS)

4.2.1 Penyelesaian Masalah Matematik

Penyelesaian masalah merupakan ciri utama dalam pembelajaran matematik. Antara tujuan utama pengajaran dan pembelajaran matematik adalah untuk membengunkan kebolehan dalam menyelesaikan pelbagai masalah matematik yang kompleks dengan pelbagai cara [11].

Menurut sejarah, perkembangan pembezaan oleh Sir Isaac Newton (1042-1727) dan Sir Gottfried Wilhelm von Leibnitz (1646-1716) adalah hasil daripada penyelidikan mereka ke atas masalah-masalah matematik seperti:

- Mencari tangen kepada suatu lengkung pada satu titik yang diberi
- Mencari kadar perubahan kuantiti fizikal tertentu

Pembezaan telah membolehkan analisis secara matematik sesuatu pergerakan atau perubahan [12].

Dalam program pembelajaran berasaskan PFITS ini, antara topik-topik pembezaan yang dibangunkan adalah melibatkan tiga fungsi utama dalam matematik iaitu polinomial, trigonometri dan logaritma (eksponen).

4.2.2 Pengenalan PFITS

Bagi pembezaan fungsi matematik, pakej PFITS ini menyediakan pembelajaran bagi fungsi polinomial, trigonometri dan eksponen untuk para pelajar pra-Universiti.

PFITS yang merupakan singkatan bagi perbezaan fungsi melalui ITS ini mempunyai kebolehan dalam menganalisa masalah dengan mengkaji, pengawas serta pembetulan yang hampir sama dengan manusia. Sistem komputer yang menjadi pengajar ini akan menilai persembahan pelajar dan sekiranya persembahan tersebut tidak memenuhi kehendak sistem, sistem akan menentukan sama ada berlakunya salah konsep (*misconcept*) antara sistem dan pelajar. Sebaik sahaja sistem dapat mengenalpasti kekurangan yang dialami, sistem akan mengawasi dan menentukan penyelesaian seterusnya.

4.2.3 Struktur PFITS

Intelligent Tutoring System yang juga dikenali sebagai *Intelligent Computer-Assisted Instruction* (ICAI) merupakan satu sistem hasil evolusi daripada penggunaan CAI. ITS pada asasnya memberi pendekatan kepada model interaksi manusia secara satu-ke-satu. Pendekatan ini boleh dianggap sesuatu yang baru dalam proses pembelajaran dan ia berupaya menghasilkan proses pembelajaran yang lebih berkesan [6].

Interaksi antara pelajar dan ITS boleh dikatakan seperti proses pembelajaran CAI secara tradisional iaitu proses yang berdasarkan sistem soalan dan jawapan. Walau bagaimanapun, terdapat perbezaan yang utama

di antara ITS dan CAI iaitu ITS mempunyai satu model yang dikenali sebagai *expert knowledge*. *Expert knowledge* bukan sahaja berupaya memberikan jawapan yang tepat bagi soalan-soalan yang dikemukakan dan menyediakan proses pembetulan jawapan tetapi turut menyediakan langkah-langkah penyelesaian bagi membantu para pelajar. Selain itu, *expert knowledge* juga dapat memberi demonstrasi kepada pelajar serta menyediakan model penyelesaian yang tepat.

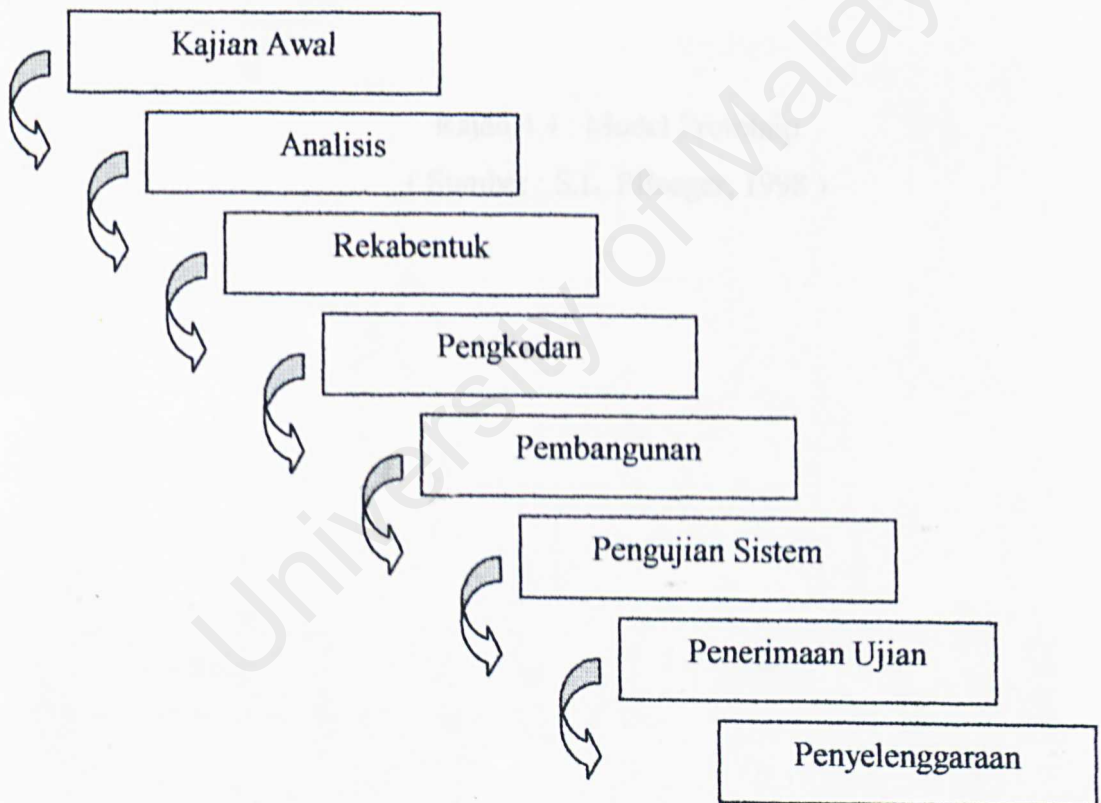
PFITS juga bertindak sebagai model pengajar kepada para pelajar. Ia dapat mengawas setiap pelajar dalam menyelesaikan masalah dan menentukan adakah setiap langkah adalah benar atau salah. Dengan ini model pelajar (*student model*) diperlukan untuk menerima jawapan dan seterusnya membandingkan jawapan yang sesuai dengan modul pakar.. Setiap kali berlakunya kesalahan yang dibuat oleh pelajar, PFITS akan menganalisa masalah yang timbul secara teliti dan seterusnya memberi penerangan langkah-langkah yang seterusnya.

4.2.4 Pakej Pembelajaran PFITS

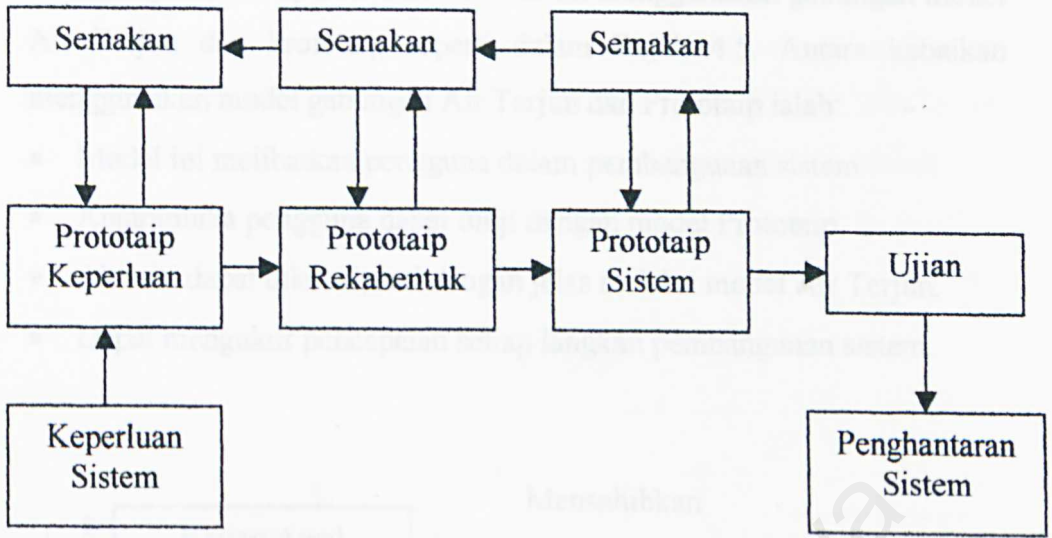
Kaedah penyelesaian di dalam masalah matematik selalunya melibatkan pelbagai cara ataupun mengikut teorem. Begitu juga bagi fungsi-fungsi polinomial, trigonometri yang meliputi fungsi sin, kos dan tan serta eksponen. Bagi setiap fungsi-fungsi tersebut, terdapat beberapa syarat dan peraturan yang telah ditetapkan dalam proses penyelesaiannya. Oleh itu, pakej ini menyediakan nota-nota ringkas dan contoh-contoh soalan kepada pelajar untuk mempelajari rumus-rumus pembezaan yang tetentu [13].

4.2.5 Rekabentuk PFITS

Berdasarkan kajian awal yang dilakukan, terdapat dua (2) model pembangunan sistem yang digunakan dalam merekabentuk PFITS ini. Rajah 4.3 menunjukkan model Air Terjun iaitu model yang sesuai digunakan dalam pembangunan sistem ini kerana ia dapat mengenalpasti segala aktiviti pembangunan dengan jelas. Walau bagaimanapun, model Prototaip seperti dalam Rajah 4.4 juga sesuai digunakan kerana ia melibatkan penglibatan pengguna dalam setiap fasa dan pembangun sistem boleh melihat keperluan yang tidak lengkap untuk tujuan pengubahsuaian.



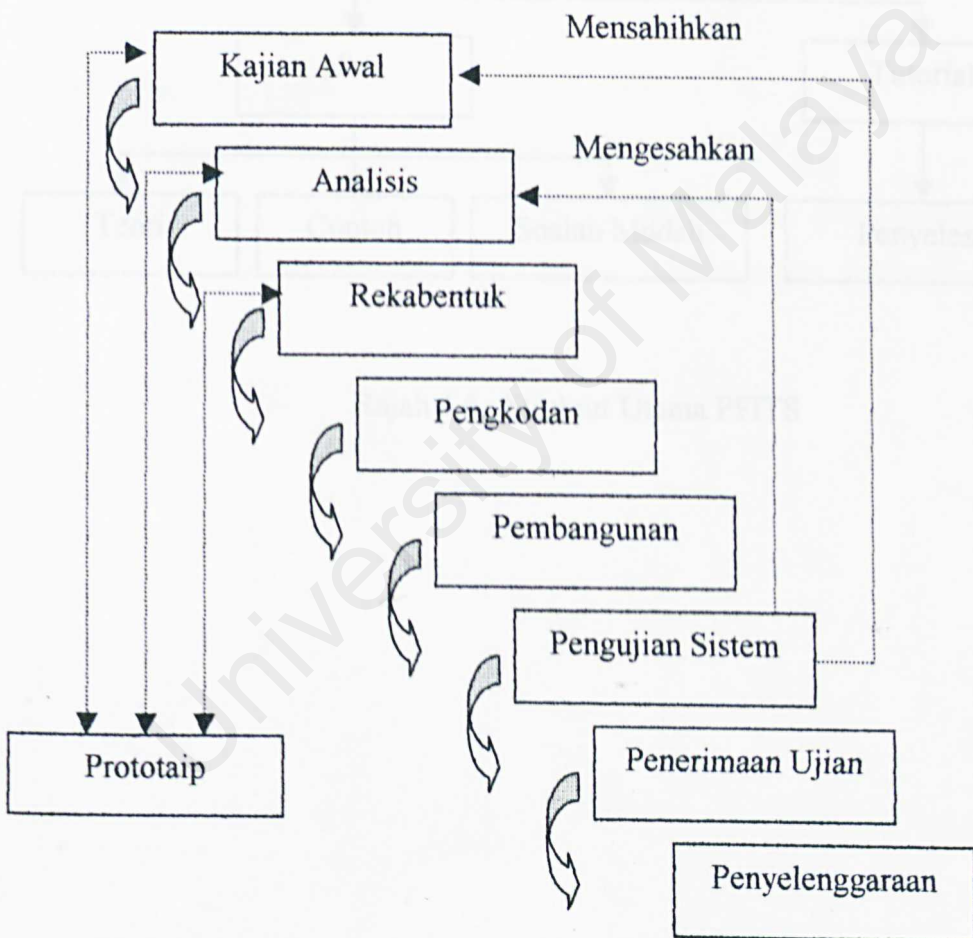
Rajah 4.3 : Model Air Terjun
(Sumber : S.L. Pfleeger, 1998)



Rajah 4.4 : Model Prototaip
(Sumber : S.L. Pfleeger, 1998)

Oleh yang demikian, rekabentuk sistem ini menggunakan gabungan model Air Terjun dan Prototaip seperti dalam Rajah 4.5. Antara kebaikan menggunakan model gabungan Air Terjun dan Prototaip ialah:

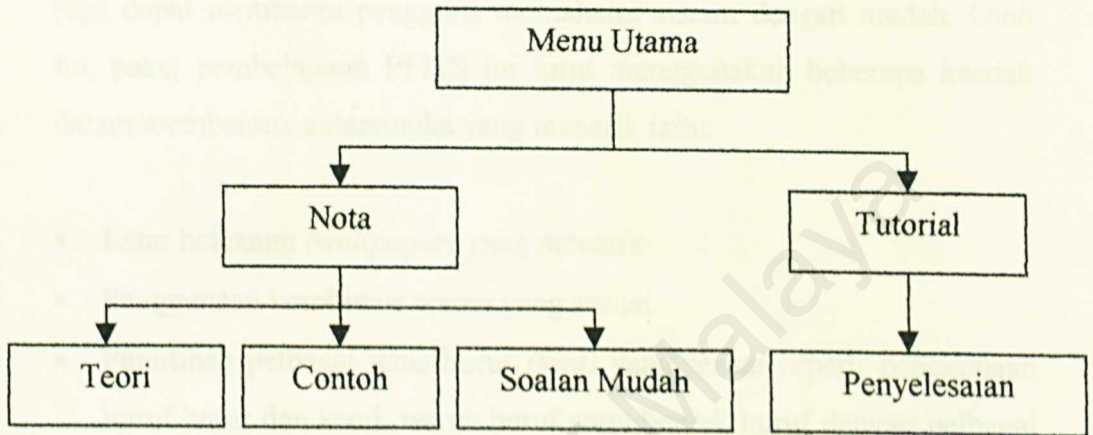
- Model ini melibatkan pengguna dalam pembangunan sistem
- Antaramuka pengguna dapat diuji dengan model Prototaip
- Aktiviti dapat dikenalpasti dengan jelas melalui model Air Terjun.
- Dapat mengukur pencapaian setiap langkan pembangunan sistem.



Rajah 4.5 : Gabungan model Air Terjun dan Prototaip
(Sumber : S.L. Pfleeger, 1998)

4.2.6 Model PFITS

Secara keseluruhannya, pakej pembelajaran PFITS ini menyediakan nota-nota serta latihan-latihan pembezaan kepada para pelajar. PFITS ini dibahagikan kepada beberapa bahagian penting seperti rajah di bawah:



Rajah 4.6 : Struktur Utama PFITS

4.3 Rekabentuk Antaramuka Sistem

Rekabentuk antaramuka sistem bertindak sebagai perantaraan dalam komunikasi antara sistem dan pengguna. Antaramuka sistem bertujuan menjadikan sistem lebih efektif dan berkesan serta dapat menarik minat pengguna menggunakan sistem. Sistem dengan antaramuka yang baik juga dapat membantu pengguna memahami sistem dengan mudah. Oleh itu, pakej pembelajaran PFITS ini turut menggunakan beberapa kaedah dalam membentuk antaramuka yang menarik iaitu:

- Latar belakang (*wallpaper*) yang menarik.
- Penggunaan kombinasi warna yang sesuai.
- Pemilihan pelbagai jenis huruf (*font*) yang sesuai seperti penggunaan huruf besar dan kecil, warna huruf serta bentuk huruf dengan pelbagai saiz.
- Butang (*button*) yang menarik dan mudah difahami.
- Gambar-gambar yang sesuai.

4.4 Rekabentuk Skrin

Rekabentuk skrin bagi pakej pembelajaran PFITS ini adalah menggunakan pakej 'Book Specialist' yang sedia ada dalam perisian ToolBook 4.0. Pakej 'Book Specialist' ini mempunyai beberapa rekabentuk buku yang berlatar belakang skrin yang menarik yang boleh dipilih dan diubahsuai oleh pembangun sistem.

4.4.1 Rekabentuk Skrin Nota

Gambar di bawah merupakan contoh rekabentuk skrin bagi nota untuk rumus-rumus utama pembezaan:

Nota Polinomial

PEMBEZAAN BAGI x^n

Perhatikan beberapa pembezaan berikut yang diperoleh daripada prinsip pertama.

$$\begin{aligned}\text{Contoh: } y = x^2, \quad \frac{dy}{dx} &= \lim_{\delta x \rightarrow 0} \frac{(x + \delta x)^2 - x^2}{\delta x} \\ &= \lim_{\delta x \rightarrow 0} (2x + \delta x) \\ &= 2x \\ &= 2x^{2-1}\end{aligned}$$

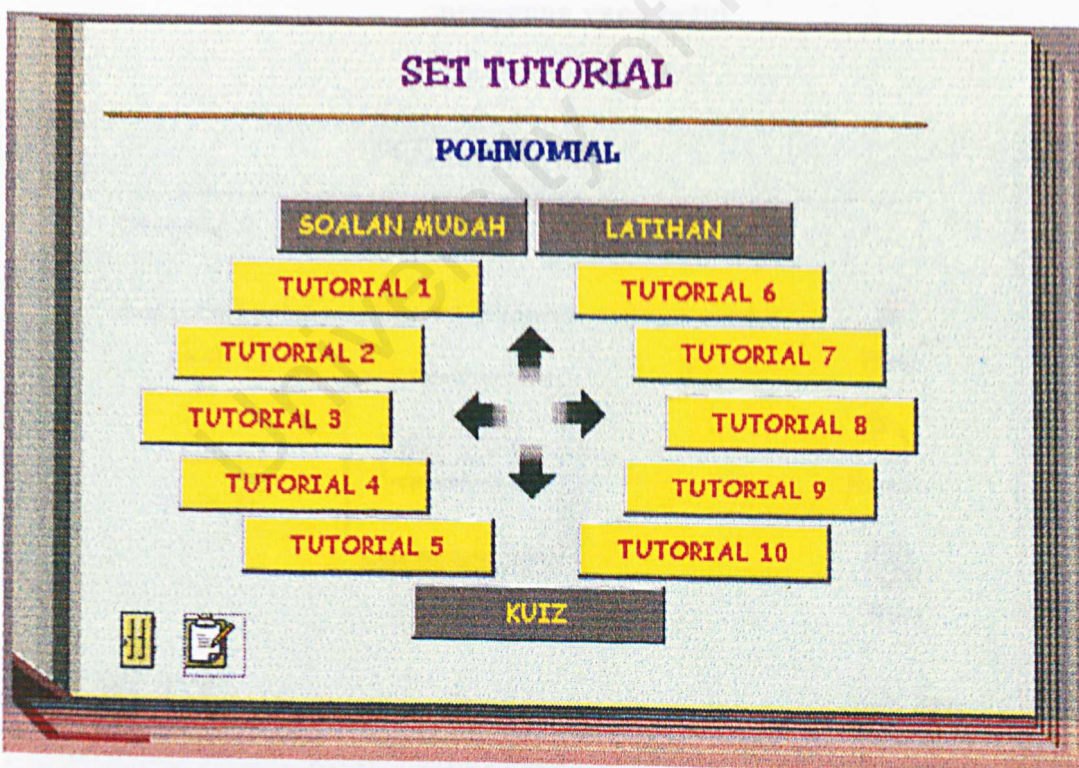
Daripada corak yang ditunjukkan di atas, keputusan yang berikut diperolehi

$$\text{Jika } y = x^n, \text{ maka } \frac{dy}{dx} = nx^{n-1}$$



4.4.2 Rekabentuk Skrin Tutorial

Bagi rekabentuk skrin bagi tutorial, sistem membenarkan pengguna memasukkan langkah pengiraan bagi setiap masalah yang diberikan. Bagi setiap langkah pengiraan yang dimasukkan oleh pengguna akan dianalisa oleh sistem dan seterusnya sistem akan mengeluarkan mesej *pop up* betul atau salah bagi setiap langkah yang telah dianalisa. Sekiranya langkah yang diberikan oleh pengguna adalah salah, pengguna dibenarkan melayari butang 'Tutor', 'Nota' dan 'Rumus' untuk bantuan kaedah penyelesaian yang betul. Bantuan berbentuk 'Tutor' dan 'Rumus' menampilkan mesej *pop up* manakala 'Nota' memberi rujukan kepada pelajar berdasarkan nota yang telah disediakan.



Skrin bagi menu tutorial

POLINOMIAL

Tutorial 2

Tunjukkan langkah pengiraan bagi pembezaan ungkapan tersebut

$$y = 4x^3 + 9$$

Pekali : 12

Kuasa :

BETUL



Tutor



Rumus



Nota



Skrin tindakbalas sistem terhadap jawapan pengguna yang betul.

POLINOMIAL

Tutorial 2

Tunjukkan langkah pengiraan bagi pembezaan ungkapan tersebut

$$y = 4x^3 + 9$$

Pekali : 12

Kuasa : 3

SALAH



Tutor



Rumus



Nota



Skrin tindakbalas sistem terhadap jawapan pengguna yang salah.

POLINOMIAL

Tutorial 2

Tunjukkan langkah pengiraan bagi pembezaan ungkapan tersebut

$y = 4x^3 + 9$



Tutor

Pekali : 12

Kuasa : 3

Rumus Polinomial

Jika $y = x^n$, maka $\frac{dy}{dx} = nx^{n-1}$

Jika $y = ax^n$, maka $\frac{dy}{dx} = anx^{n-1}$

Jika $y = k$ dan k ialah pemalar maka $\frac{dy}{dx} = 0$

Jika $y = u + v$, maka $\frac{dy}{dx} = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx}$

Jika $y = u - v$, maka $\frac{dy}{dx} = \frac{du}{dx} - \frac{dv}{dx}$

Jika $y = uv$, maka $\frac{dy}{dx} = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$

Skrin bantuan 'Rumus'

POLINOMIAL

Tutorial 2

Tunjukkan langkah pengiraan bagi pembezaan ungkapan tersebut

$y = 4x^3 + 9$

Pekali : 12

Kuasa : 3

Pekali selepas dibezakan =
pekali sebelum dibezakan +
kuasa sebelum dibezakan

Kuasa selepas dibezakan =
kuasa sebelum dibezakan - 1



Tutor



Rumus



Nota



Skrin bantuan 'Tutor'

KUIZ PFITS**SOALAN 1**

Bezakan ungkapan berikut

$$y = x^2 (5x - 2)^3$$

Pekali bagi $u =$ Kuasa bagi $u =$ Bezakan $(5x-2) =$ Pekali bagi $v =$ Kuasa bagi $v =$ **Skor Anda**

Skor anda ialah: 25.

Terima Kasih**Skrin Kuiz**

BAB 5

IMPLIMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

5.0 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

5.1 Implementasi Sistem

Fasa implementasi sistem adalah merupakan fasa yang perlu dilakukan selepas fasa rekabentuk sistem. Fasa ini merupakan proses membangunkan sistem berdasarkan keperluan awal dalam pembangunan sistem. Di dalam fasa ini, rekabentuk model bagi pakej PFITS ini akan dihasilkan sebagai satu produk yang boleh digunakan. Penghasilan produk ini adalah melalui proses menterjemahkan logik-logik setiap spesifikasi sistem yang telah disediakan semasa fasa rekabentuk sistem ke bentuk skrip-skrip arahan dalam ToolBook 4.0. Ujian-ujian akan dijalankan terhadap modul-modul yang terlibat supaya dapat mengesan dan membetulkan ralat yang wujud.

5.1.1 Strategi Pembangunan

Seperti yang telah dibincangkan dalam Bab 4.2.5, model yang telah digunakan untuk membangunkan pakej PFITS ini adalah hasil gabungan model Air Terjun dan Prototaip. Model ini membenarkan pengujian dilakukan bagi setiap modul yang dibangunkan.

5.2 Modul Implementasi

5.2.1 Asymetrix ToolBook 4.0

Asymetrix ToolBook 4.0 merupakan perisian '*authoring tools*' yang utama digunakan dalam membangunkan pakej PFITS ini. Pemilihan perisian ini adalah berdasarkan kajian awal yang telah dilakukan seperti yang telah dibincangkan dalam bab 3.2.2.2. Pelbagai modul yang dibangunkan dan setiapnya disimpan dalam buku dengan menggunakan *file extension* "TBK". Setiap buku yang dibina mengandungi submodul yang tertentu dan setiap *field* dan *button* dalam submodul tersebut mempunyai skrip yang dapat mengawal aktiviti seterusnya. Berikut adalah contoh skrip yang digunakan untuk mengawal animasi *button*.

notifyBefore idle

get last char of name of normalgraphic of self

set it to it mod 6 + 1

set normalgraphic of self to bitmap ("arrow"&it)

end

notifyBefore copy

if selection contains self

bookref of self = name of this book

end

end

notifyAfter make

if selection contains self

bref = bookref of self

if bref is not null and bref <> name of this book

rl = resourceList("bitmap",this book)


```

        step i from 1 to 6
            found = false
            step j from 1 to itemcount(rl)
                if name of (item j of rl) = "arrow"&i
                    found = true
                    break step -- j
                end
            end
            if not found
                copy resource bitmap ("arrow"&i) of book bref to this book
            end
        end
        clear bookref of self
    end
end

```

5.3 Pengujian Sistem

Fasa pengujian merupakan fasa yang melibatkan penyediaan data-data unuk mengawasilap setiap modul serta kerja-kerja mengawasilap ralat logik dalam setiap modul. Fasa ini penting untuk memastikan sistem yang dibangunkan memenuhi segala keperluan dari peringkat awal hingga akhir. Peringkat ini juga dilaksanakan dengan tujuan mengesahkan bahawa kesemua komponen sistem tidak mengandungi ralat. Proses pengujian termasuklah ujian unit, ujian modul, ujian integrasi dan ujian sistem.

5.3.1 Ujian Unit

Di dalam fasa ini, satu fungsi dianggap sabagai satu unit. Sesuatu unit boleh mengandungi beberapa set fungsi dan fungsi-fungsi ini boleh diuji secara berasingan.

5.3.2 Ujian Modul

Oleh kerana proses pembangunan sistem ini menggunakan kaedah gabungan model air terjun dan prototaip, maka modul-modul dilaksanakan dari peringkat awal kemudiannya diuji, kemudian satu fungsi akan ditambah dan diuji lagi. Ini bermakna setiap modul sentiasa diuji setiap kali satu fungsi baru ditambahkan kepadanya. Dengan kaedah ini, pengaturcara dapat mengesan ralat dengan mudah semasa larian sistem. Walau bagaimanapun, kaedah ini agak memakan masa.

5.3.3 Ujian Integrasi

Di dalam fasa ini, ujian dilakukan ke atas antaramuka dua komponen yang berinteraksi dalam sesuatu unit. Secara amnya, proses ujian integrasi ini dilakukan menggunakan teknik bawah-atas (*bottom-up*) di mana modul yang terbawah diintegrasikan dengan modul yang lebih atas naripadanya.

5.3.4 Ujian Sistem

Ujian sistem bermula setelah semua skrip-skrip dapat dilarikan tanpa sebarang ralat di dalam ujian integrasi sistem. Objektif ujian ini adalah untuk:

- Mengesahkan ketepatan dan kejitian semua komponen sistem yang dibangunkan, berdasarkan spesifikasi-spesifikasi sistem yang telah direkabentuk. Setiap subsistem dipastikan boleh dilarikan dengan baik. Sistem ini sepatutnya beroperasi sebagaimana yang dikehendaki dalam keadaan yang serupa dengan persekitaran operasi yang sebenar.
- Mengukur prestasi sistem secara keseluruhannya, sama ada ia dapat mencapai tahap yang boleh diterima.
- Mengukur sejauh mana sistem yang dibangunkan itu dapat memenuhi objektif-objektif yang telah ditentukan.

BAB 6

EVOLUSI SISTEM

6.0 EVOLUSI SISTEM

6.1 Masalah Yang Wujud dan Penyelesaiannya

Dalam membangunkan pakej pembelajaran PFITS ini, pelbagai masalah telah wujud. Sesetengah masalah dapat diselesaikan dengan mudah manakala terdapat juga yang tidak dapat diselesaikan. Terdapat beberapa kategori masalah yang telah dikenalpasti iaitu:

6.1.1 Pemilihan perisian peralatan mengarang (*authoring tools*)

Pada peringkat pembangunan teknologi, beberapa pemilihan perisian perlu dilakukan kerana setiapnya mempunyai kelebihan dan kekurangan yang tersendiri. Berdasarkan kajian awal, pada mulanya pemilihan penggunaan perisian ToolBook II Instructor telah dibuat bagi membangunkan pakej ini. Walau bagaimanapun, perisian ToolBook II Instructor sukar didapati di dalam pasaran. Oleh yang demikian, perisian ToolBook 4.0 telah dipilih menggantikan ToolBook II Instructor memandangkan tidak banyak perbezaan yang wujud antara kedua-dua perisian ini.

6.1.2 Penggunaan multimedia yang terhad

Penggunaan multimedia seperti animasi dan bunyi dalam pakej PFITS ini adalah terhad. Ini adalah kerana pakej ini merupakan pakej pembelajaran matematik yang banyak melibatkan langkah penyelesaian pelajar. Oleh itu, penggunaan multimedia dalam rekabentuk antaramuka pengguna lebih menggunakan grafik yang sesuai serta penggunaan warna dan tulisan yang pelbagai untuk menarik perhatian pelajar.

6.1.3 Masalah dalam rekabentuk sistem

- Masalah penggunaan skrip
Masalah ini berlaku kerana pembangun hanya mempunyai masa yang terlalu singkat untuk memahami secara keseluruhan perisian yang akan digunakan iaitu Asymetrix ToolBook 4.0.
- Kekurangan opsyen skrip (*script option*)
Skrip yang disediakan oleh ToolBook 4.0 adalah terhad. Oleh itu, sistem yang dibangunkan perlu disesuaikan dengan keperluan skrip yang terhad ini.
- ToolBook Editor Undo hanya membenarkan sekali sahaja proses 'undo'. Ini menyebabkan segala proses rekabentuk dan mensetkan sistem perlu dilakukan dengan berhati-hati dan teliti.

6.2 Kekuatan Sistem dan Batasan

Berbanding dengan pakej pembelajaran yang sedia ada, pakej PFITS ini mempunyai kelebihan dan kekurangan tertentu. Antara kelebihan pakej PFITS ialah :

- Dapat bertindak sebagai *micro-tutor* di mana *expert knowledge* dapat memberikan pengawasan dan model penyelesaian masalah.
- Memberi tindakbalas terhadap reaksi pelajar berdasarkan soalan yang diberikan sama ada masalah pelajar ataupun kebuntuan pelajar tersebut dengan menyediakan bantuan kepada pelajar sekiranya diminta oleh pelajar.

- Mempamerkan proses pembelajaran yang menarik menerusi aplikasi multimedia yang dapat memberi pengetahuan tambahan kepada pelajar dalam memahami sesuatu konsep yang hendak diajar.

Walaupun PFITS mempunyai beberapa ciri yang boleh membawa kejayaan operasinya, masih terdapat beberapa masalah yang harus diambil kira iaitu:

- PFITS mempunyai *pedagogy* yang terhad dalam model proses pengajaran dan pembelajaran.
- Sistem dalam ITS adalah lebih kepada sistem pembelajaran tertutup di mana pembelajaran adalah lebih kepada memberi bimbingan kepada pelajar. Secara realitinya, pelajar perlu untuk memahami maksud sebenar bagi setiap aplikasi persamaan yang dipelajari.

6.3 Cadangan memperbaiki sistem

Pakej Pembelajaran PFITS ini sebenarnya masih boleh diperbaiki memandangkan masih terdapat beberapa kelemahannya. Ini adalah kerana masa pembangunan pakej adalah terhad dan terlalu singkat.

Antara cadangan yang boleh dikemukakan untuk menambah keberkesanan penggunaan pakej ini adalah dengan menambah modul pengujian iaitu sistem akan mengawasi segala pencapaian pelajar dalam soalan-soalan yang diberikan dan seterusnya merekod setiap pencapaian pelajar.

BAB 7

KESIMPULAN

7.0 KESIMPULAN

Interaksi antara modul dalam struktur PFITS ini memainkan peranan yang paling penting dalam membangunkan sistem pembelajaran yang berkesan di dalam matematik sebagai menggantikan tenaga pengajar.

Sistem ini pada dasarnya dibina dengan mempunyai pelbagai fungsi untuk membantu para pelajar yang menghadapi masalah dalam topik pembezaan matematik. Antara topik-topik pembezaan yang terlibat ialah fungsi polinomial, trigonometri iaitu \sin , \cos dan \tan serta fungsi eksponen. Soalan-soalan PFITS terdiri daripada tiga (3) kategori iaitu contoh-contoh soalan dan penyelesaiannya, soalan-soalan mudah serta soalan-soalan yang lebih rumit. Soalan-soalan mudah tidak memerlukan langkah yang panjang dalam penyelesaian sebaliknya lebih kepada penggunaan rumus-rumus asas pembezaan manakala soalan-soalan yang lebih rumit memerlukan langkah penyelesaian yang lebih panjang dan disusun mengikut tahap kesukaran soalan. PFITS juga membenarkan pelajar memilih mana-mana fungsi yang diinginkan serta set-set soalan yang tertentu untuk dicuba.

Dalam setiap set tutorial yang menyediakan soalan-soalan turut menyediakan bantuan kepada pelajar seperti Nota yang membenarkan pelajar merujuk kembali nota-nota fungsi yang terlibat, Tutor yang memberi contoh lain yang hampir sama dengan soalan yang terlibat serta jalan penyelesaian dan Rumus yang menyediakan rumus-rumus asas pembezaan.

Di samping itu, pelajar dibenarkan memilih mana-mana fungsi sama ada fungsi polinomial, trigonometri atau eksponen untuk merujuk nota-nota dan mencuba set-set soalan yang disediakan.

PFITS tidak terus menyediakan penyelesaian yang lengkap bagi setiap masalah sebaliknya ia memberi panduan peringkat demi peringkat kepada pelajar dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi. Penyelesaian yang diberikan adalah mengikut tahap-tahap kesukaran soalan yang dikemukakan. Sekiranya jawapan yang diberikan adalah salah, maka PFITS akan membantu pelajar tersebut dengan memberi langkah-langkah yang berkaitan sehingga memperolehi jawapan yang betul pada setiap peringkat.

Dalam kelas pengajaran biasa iaitu secara tradisi, seorang tutor dikehendaki untuk mengajar semua pelajar dan ini biasanya akan menghasilkan tindakbalas yang kurang daripada pelajar. Melalui PFITS ini, setiap pelajar akan berinteraksi dengan sistem secara individu. Pengajaran dan pembelajaran secara individu ini boleh dianggap berkesan kerana tahap pengetahuan seseorang pelajar dalam topik pembedaan dapat diketahui berbanding dengan pengajaran secara tradisi yang memerlukan perhatian seorang tutor kepada bilangan pelajar yang ramai. Namun demikian, penilaian sistem perlu dilakukan selepas implementasi sistem untuk mengesahkan keberkesanannya.

Di samping itu, PFITS mempunyai kelemahan yang tersendiri iaitu proses pembelajaran secara berkumpulan di kalangan pelajar tidak dapat dilakukan. Proses pembelajaran secara berkumpulan sering digunakan untuk tujuan perbincangan ataupun untuk bertukar pendapat antara ahli kumpulan.

Namun begitu, proses pembelajaran secara berkumpulan melalui komputer hanya boleh diwujudkan melalui penggunaan sistem rangkaian dalam internet. Untuk membangunkan PFITS dalam internet, terdapat beberapa

kesukaran yang wujud kerana penggunaan HTML dalam internet tidak mempunyai simbol-simbol yang khas untuk rumus matematik dan fungsi-fungsi matematik. Selain itu, topik matematik memerlukan tumpuan individu dan bukannya dengan cara perbincangan yang selalu dikendalikan bagi topik-topik lain yang tidak berasaskan sains dan teknologi. Disebabkan oleh masalah yang wujud, PFITS dibangunkan dengan berasaskan CD-ROM.

Walaupun begitu, PFITS dapat membantu tenaga pengajar dalam proses pengajaran dan pembelajaran seharian berdasarkan penggunaan sistem komputer. Fungsi-fungsi yang dibangunkan dapat memberi faedah kepada pelajar-pelajar dalam memberikan proses pengajaran dan pembelajaran dalam bentuk yang lebih menarik berbanding dengan kaedah pengajaran secara tradisi. Lebih dari itu, rekabentuk PFITS dapat memberi pengajaran dan pembelajaran yang efektif yang biasanya tidak terdapat dalam arahan berbantuan komputer yang lain.

LAMPIRAN

MANUAL PENGGUNA

MANUAL PENGGUNA

PAKEJ PEMBELAJARAN PFITS

Pakej Pembelajaran PFITS ini adalah pakej yang bertujuan memberi pengajaran dan pembelajaran kepada pelajar dalam matematik terutamanya topik kalkulus yang melibatkan pembezaan fungsi-fungsi matematik iaitu polinomial, trigonometri dan eksponen. Pakej ini menyediakan proses pengajaran dan pembelajaran yang interaktif dengan menggunakan aplikasi multimedia.

MANUAL PENGGUNA

Manual pengguna ini mengandungi beberapa langkah dalam penggunaan pakej pembelajaran ini. Ia termasuklah beberapa skrin utama bagi pakej PFITS yang dapat membantu pengguna memahami pakej ini dengan lebih mendalam.

KEPERLUAN SISTEM PENGGUNA

Pakej ini boleh digunakan pada mana-mana komputer peribadi. Keperluan sistem bagi komputer peribadi ini adalah seperti berikut :

- Windows 95/98
- Pentium 166Mhz dan lebih
- Minima RAM 16MB
- Tetikus
- Pemacu cakera padat dengan kelajuan 16X

- Kad suara
- Pembesar suara
- Papan Kekunci
- Monitor SVGA 15"

PENGUNAAN PAKEJ

1. Sebelum menggunakan pakej ini, pengguna mestilah memasukkan CD-ROM pakej ke dalam pemacu cakera padat. Pengguna hendaklah klik pada fail aplikasi "Pfits" dan skrin utama pakej akan dipaparkan.



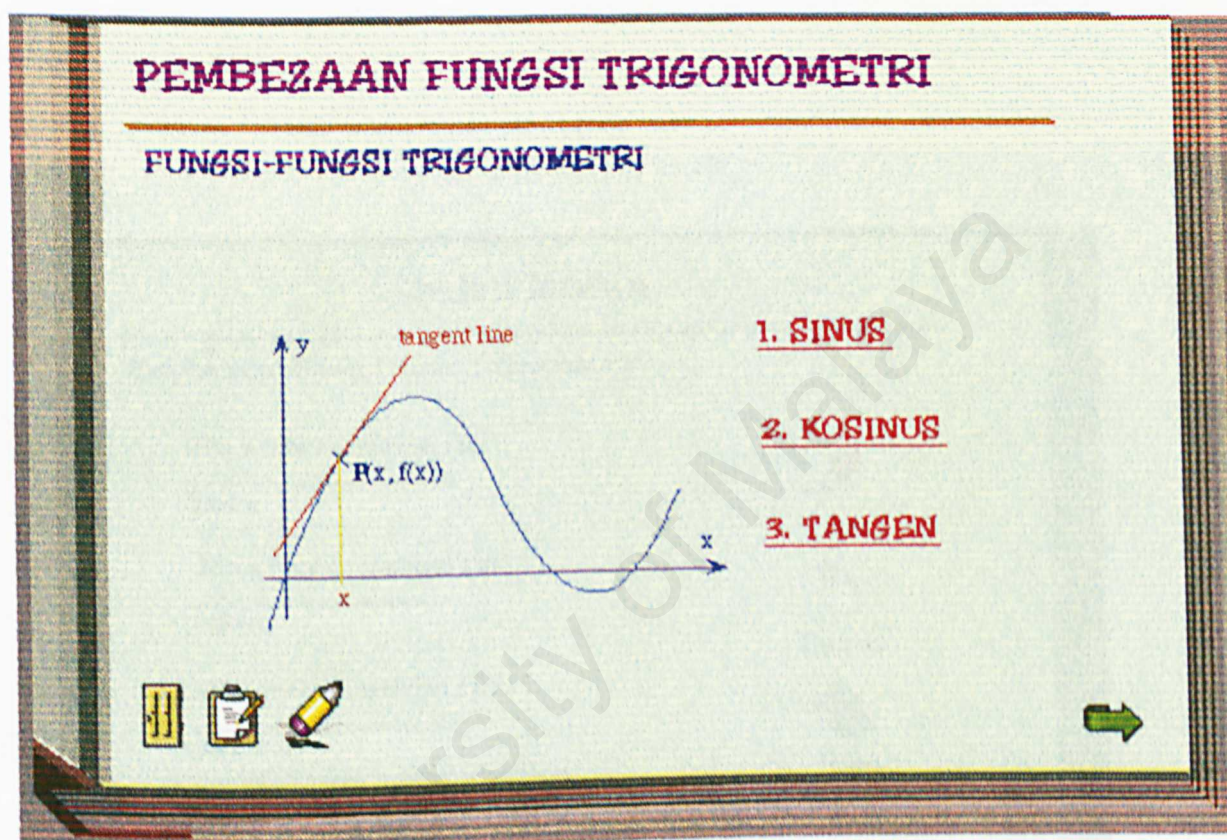
Skrin Utama PFITS.

2. Pengguna seterusnya boleh masuk ke dalam menu utama di mana pakej menyediakan menu bagi POLINOMIAL, TRIGONOMETRI dan EKSPONEN yang setiapnya mengandungi nota, soalan tutorial dan kuiz.



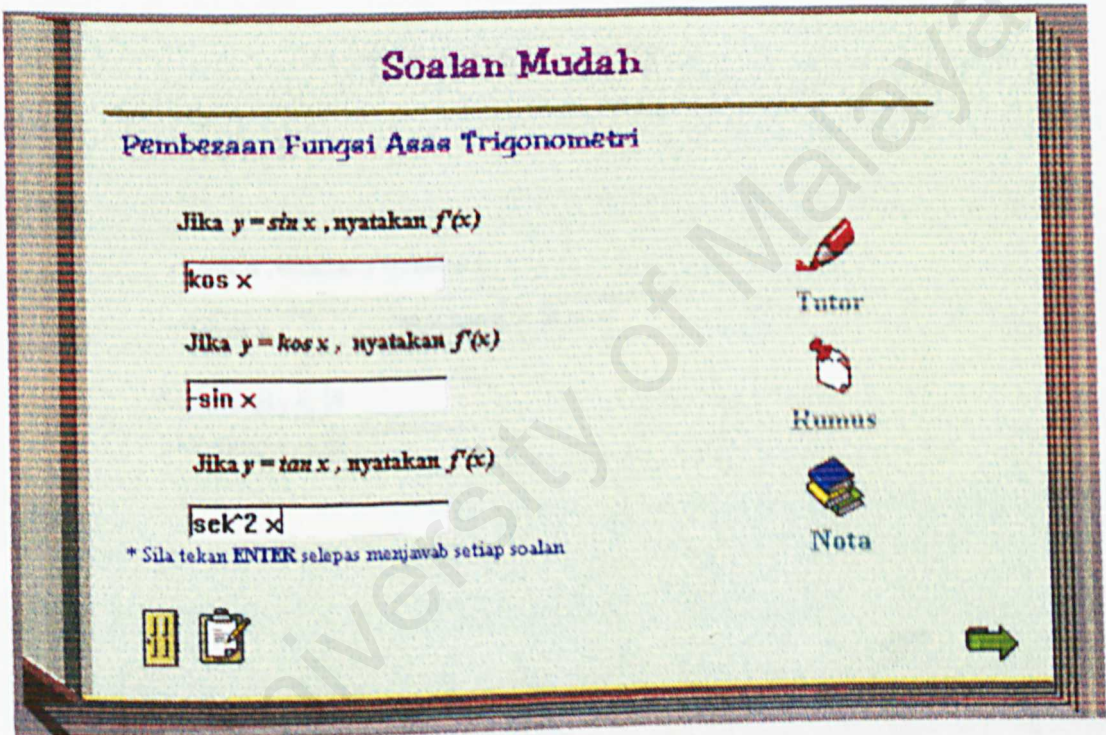
Skrin Menu

3. Berikut adalah contoh skrin bagi menu fungsi trigonometri yang terdapat dalam pakej.



Skrin menu fungsi trigonometri.

4. Pakej PFITS juga membenarkan pengguna mencuba soalan-soalan bagi asas pembezaan serta soalan-soalan yang lebih sukar yang melibatkan beberapa langkah penyelesaian.



Skrin tutorial bagi asas pembezaan

TRIGONOMETRI

TUTORIAL 5

$y = \sin^4 x$, bezakan y terhadap x

$u = \sin x$ Bezakan $u = \cos x$

Pekali bagi $y = 4$

Kuasa bagi $y = 3$



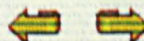
Tutor



Rumus

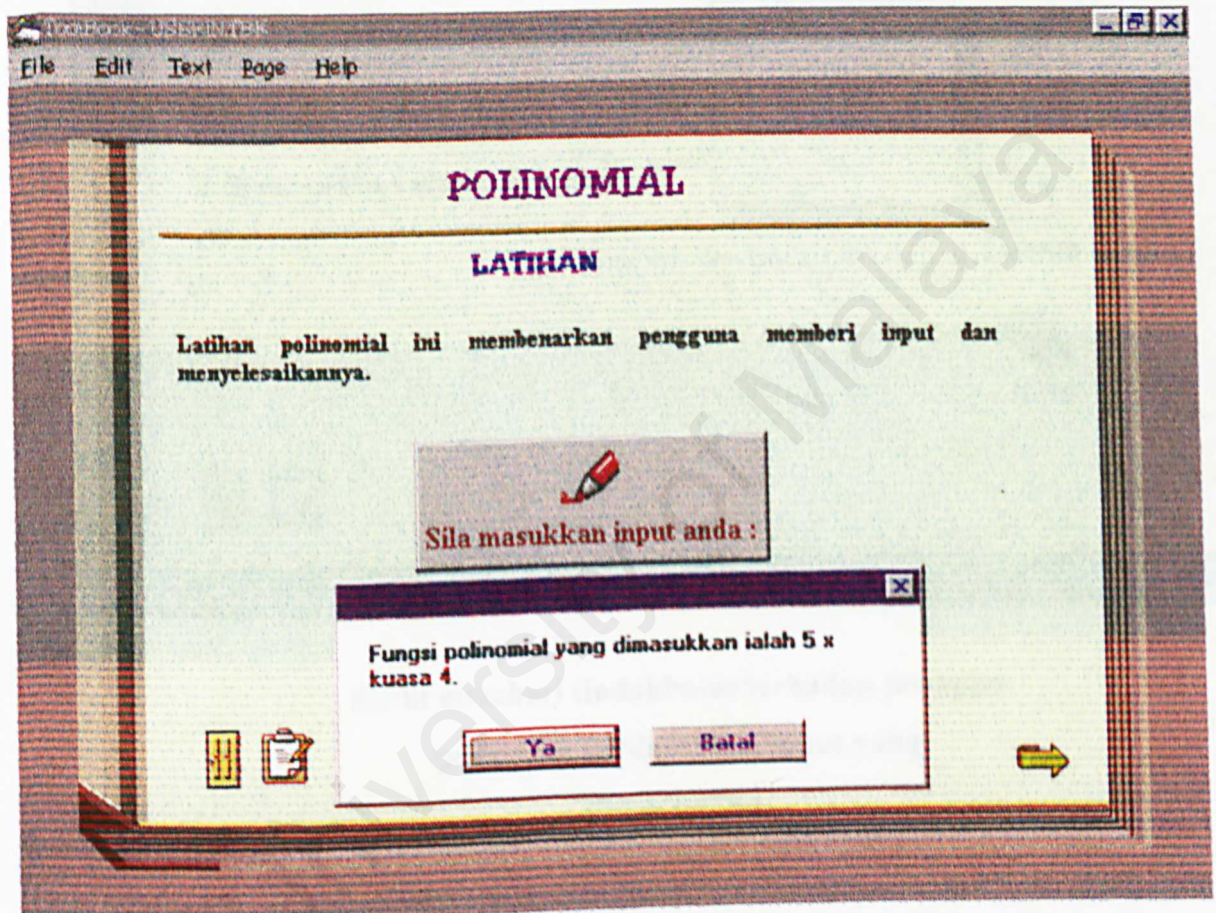


Nota



Skrin tutorial yang melibatkan beberapa langkah penyelesaian.

5. Berikut adalah contoh skrin bagi tutorial yang melibatkan input pengguna. Pengguna dibenarkan memberi input dan cuba menyelesaikan sendiri input yang dimasukkan. Kemudian sistem akan mengesahkan sama ada jawapan yang diberikan pelajar adalah betul atau salah.



Skrin tutorial yang membenarkan pengguna memasukkan input dan menyelesaikannya.

LATIHAN

POLINOMIAL

1. Nyatakan pekali selepas dibezakan :

20

2. Nyatakan kuasa selepas dibezakan :

3

BETUL



Tutor



Rumus



Nota



Skrin memberi tindakbalas terhadap jawapan pengguna berdasarkan input yang dimasukkan.

RUJUKAN

RUJUKAN

- [1] H.L.Capron (1995). Computer-Tools For an Information Age. 5th Edition, New Jersey. Addison Wesley, Longman.
- [2] Igor Hawryszkiewycz. (1997). Introduction to System Analysis And Design. 4th Edition, Australia, Prentice Hall, Inc.
- [3] J.Phillip Bennet (1995). Journal of Computers in Mathematics Education.
- [4] J.F.Nicaud and M.Saidi. Explanation of Algebraic Reasoning – The Apluxis System. Knowledge Based Computer Science.
- [5] Lurain, M.U. Intelligent Tutoring System: A Historic Review in the Context of the Development of Artificial Intelligence and Educational Psychology.
<http://web.cps.msu.edu/~urban/ITS.html>
- [6] David Mc. Arthur, 1992. Artificial Intelligence and Mathematics Education. 5th International Conference on Technology in Collegiate Mathematics Chicago, November 1992.
<http://www.rand.org.hot/mcarthur/papers/aied.html>
- [7] Roger C. Schank, “Active Learning Through Multimedia”, Multimedia IEEE, 1994, Northwestern University, ms 69-78.
- [8] Schweber E.V. Multimedia Authoring Tool, PC Magazines Malaysia, May 29; 1996.
- [9] Casanova J.V, Molins.L. An Attractive Guide to Multimedia. Que® Education and Training, 1996.
- [10] The Expert Module.
<http://www.cs.indiana.edu/research/>
- [11] Wilson, J.W. et. Al. 1993. Mathematical Problem Solving. Research Ideas for Classroom : High School Mathematics, New York : Mac Millan.

- [12] Teoh Seng Mooi, Yap Woon San, 1994. Matematik Tambahan Tingkatan 4 dan 5, Zahriah Trading.
- [13] Tey Kim Soon, Goh Choon Booy, Tan Ah Geok, 1995, Matematik STPM (Tulen) Sukatam S & T, Penerbitan Pelangi Sdn. Bhd.

University of Malaya